

מזונות והזנה



היוד במשק החלב

פרופסור אהרן עמרמי*

הקדמה

היוד חיוני בהזנת האדם ובעלי חיים. תפקידו היחיד הידוע לנו הוא להוות חלק מהורמון הנוצר בבלוטת התריס (תירואיד). להורמון זה חשיבות רבה ביותר, כי הוא משפיע על קצב חילוף החומרים הבסיסי. בלוטת התריס שמשקלה באדם כ־15 עד 30 גרם מכילה כ־80% מסך הכל כמות היוד שבגוף אדם מבוגר ובריא. אכן, תפקיד בלוטת התריס "ללכוד" את היוד המצוי בדם, לרכז אותו לשיעור הגדול פי 250 עד פי 1,000 מזה שבדם, וליצר את ההורמון תירוקסין. ההורמון "מאוחסן" בבלוטה, וזו מספקת אותו לדם בהתאם לצורך. בלוטת התריס ממלאת, איפוא, ארבע פעולות: ריכוז היוד; יצירת ההורמון (ים); אגירת ההורמון; והפרשת ההורמון לדם. את הפעולות האלו מסדיר ומכוון הורמון אחר, תירורופין, המופרש מן האונה הקדמית של יתרת המוח (hypophysis).

כאשר קיים מחסור ביוד ומאגר התירוקסין בבלוטת התריס מתרוקן, "מאותת" התירורופין לבלוטת התריס להגביר פעילותה. הוא עושה זאת על ידי ריבוי מספר תאיה. אם המחסור חמור וממושך, עלולה הבלוטה להכנס למצב חסר כזה בו היא מנסה לתקן את המצב על ידי שיגשוג, אשר אינו מעלה מספר מספיק של תאים מיצרי ההורמון, אלא מרבה ברקמות החיבור. התוצאה: הבלוטה גדלה באופן ניכר,

* המחבר משמש יועץ מדעי לחברת אגרון בע"מ

ולעיתים תופסת את כל שטח הצוואר, ומכפילה את גודלו. זהו הביטוי הבולט ביותר למחלת הזפקת (גוטר). במצב כזה עלולה משקלה של הבלוטה להגיע לכדי קילוגרמים אחדים. חוסר יוד בבעלי חיים מתבטא בצורות הבאות: אי יכולת לעמוד בפני מצבים קיצוניים של קור וחום; הפרעות מיניות המתבטאות בפוריות נמוכה, קשיים בהתעברות ובחוסר תאווה מינית; הפרעות בצמיחת הנוצות או השיער ונטיה לאבד את השיער; ויסות בלתי נאות של הגדילה; ואפאטיה פיזית ומנטאלית.

כמות היוד הדרושה

בעל חי מקבל יוד אל קרבו באמצעות המזון שהוא אוכל והמים שהוא שותה. קליטת היוד על ידי הבקר נעשית בעיקר מתוך הכרס, ובמקצת מהמעיים הדקים, כאשר היוד נמצא בדרך כלל בצורת יודיד. היוד מופרש בעיקר בשתן, וכמויות קטנות יותר מופרשות בצואה ובזיעה. פרות חולבות מפרישות יוד – בצורת יודיד – גם בחלב, בשיעור אשר יוסבר להלן. באזורים בהם הקרקע עניה ביוד, וזה לרוב במקומות מרוחקים מהים, בעיקר בהרים, כגון האלפים, אנדים, הימלאים, פירנאים וכו', מי השתיה אף הם מכילים כמות קטנה מאוד של יסוד זה. גם הצמחים הגדלים באזורים אלה עניים ביוד, ואז רבים הסיכויים שמחלת הזפקת בבני אדם תהיה אנדמית. במקרים אלה מן ההכרח להוסיף יוד למזונם של בני האדם באורח

ישירות על פעולת בלוטת התריס, כאמור. ידוע גם שתחמיץ תירס, מזון בקר נפוץ מאוד בארץ, מכיל פחות יוד מאשר תחמיץ אספסת, באותם תנאי גידול. גורמים אחרים המגבירים את הצורך בידוד הם האשלגן והסידן.

למרבה המזל ניתן לתקן, או לבטל, את השפעת הגורמים הגויטרוגניים, וזה על ידי מתן מנה גדולה יותר של יוד במזון, בהשוואה לזו שהיתה דרושה אילולי גורמים אלה היו מצויים. יש לזכור עובדה זאת כאשר דנים בכמות היוד הדרושה מבחינה תזונתית, ולכן קיימות שתי רמות: כאשר מצויים גורמים גויטרוגניים, וכאשר הם נעדרים.

הדרישה ליוד (או ה"כמות הרצויה") של בעלי חיים מסוגים שונים מבחינה תזונתית מתפרסמת בארה"ב על ידי האקדמיה הלאומית של המועצה הלאומית למחקר מדעי (NRC). זו המליצה על הכמויות הבאות:

פרות חולבות: 0.50 מ"ג/ק"ג חומר יבש;
פרים להרבעה, עגלות, ועגלים: 0.25 מ"ג/ק"ג חומר יבש;

בקר לבשר 0.05–0.10 מ"ג/ק"ג חומר יבש. ההמלצות מציינות כי אם המזון לפרות חולבות כולל חומרים גויטרוגניים מובהקים בשיעור של 25%, רמת היוד חייבת לגדול בשיעור כפול או יותר מהניתן לעיל; ואילו לגבי פרים להרבעה, עגלות, ועגלים, רמת היוד חייבת להיות גדולה יותר מ-0.25 מ"ג/ק"ג מזון, אם המזון מכיל חומרים גויטרוגניים.

לשם המחשה: אם פרה חולבת צורכת 20 ק"ג חומר יבש ליום, כמות היוד המומלצת הינה 10 מ"ג לפרה ליום. וכאשר מצויים גורמים גויטרוגניים, המנה חייבת להיות גדולה יותר, עד ל-20 מ"ג/פרה/יום, או אף יותר. באנגליה ההמלצה היא 30 מ"ג/פרה/יום כאשר במזון מצויים גידולים גויטרוגניים. כאשר הם נעדרים, מומלץ לפרות חולבות ומעוברות להוסיף 12 מ"ג ליום (1). כמויות אלו מבוססות על 15 ק"ג חומר יבש ליום.

כמות היוד הדרושה לאדם הינה 100–300 מיקרוגרם ליום, או בסדר גודל דומה לזה של בקר, בהתייחס למשקל הגוף.

מלאכותי, וזה על ידי הוספתו למלח הבישול או הלחם. מן ההכרח להוסיפו למזון לבקר, אם באמצעות גושי לקיקה המכילים מלח (סודיום כלוריד) בתוספת יוד, כאשר הבקר נמצא במשטר של מרעה חופשי או, וזה עדיף, על ידי תוספת מבוקרת למנות המזון המסופקת לבקר. כבר לפני זמן רב התגלתה התופעה של מקרי זפקת גם באזורים בהם רמת היוד שבמים ובצמחים היתה סבירה, והחשד נפל על גידולים חקלאיים מסויימים.

גויטרוגנים

בשנת 1928 הדבר הוכח סופית על ידי החוקרים צ' זני ועמיתיו, אשר האביסו שפנים בעלים טריים של כרוב, והשפנים פיתחו זפקת. מאז התגלו צמחים כאלה בכל חלקי תבל. בגלל השפעתם בכיוון יצירת הזפקת (גויטר), מכנים גידולים אלה גויטרוגנים. מרבית הצמחים הללו הם ממשפחת המצליבים (crucifera), שהם בעיקר עשבים חד שנתיים או רב שנתיים, בעלי עלים מסורגים. על משפחה זו נמנים כ-200 סוגים וכ-3,000 מינים. נזכיר ביניהם את סוגי הכרוב (brassica) כגון כרוב הגינה, כרוב השדה, כרוב ניצנים, כרובית, קולרבי, חסה, וכן צנון הגינה וחזרת, כמו כן תלתן, חרדל השדה, צנון מצוי, ילקוט הרועים ועוד.

במשך הזמן התגלו גורמים גויטרוגניים אחרים, לדוגמה: חלבון הסויה, שהוכח בתור חומר גויטרוגני בניסויים בחולדות, חזירים, בקר, ובני אדם; כמו כן חנקות (ניטראטים). התגלה שהגורמים הגויטרוגניים מפריעים לפעילות תקינה של בלוטת התריס משום שהם מכילים חומרים פעילים מסויימים: תיאוגליקוציידים (thioglycocides), תיאוציאנטים (thiocyanates) ופרכלוראטים (perchlorates).

ישנם גם גורמים גויטרוגניים המשפיעים בצורה עקיפה. לדוגמה, דיכאון של צמחי מספוא מקטין את ריכוז היוד בהם. דיכאון בחנקן עלול להפחית את רמת היוד בצמחי מספוא מסויימים עד כדי 50%. דיכאון חנקני פועל, איפוא, על גידולי המספוא בשני מישורים: הוא מקטין את רמת היוד בצמח, ומגדיל את רמת החנקן, המשפיעה

רמת יוד טוקסית

כמויות גבוהות מדי של יוד במזון עלולות לגרום לרעילות. סימני הרעילות בבקר הם: יצירה מופרזת של ריר, השתעלות, הפרשות נוזליות מהאף, עיניים דומעות, צריכת מזון נמוכה מהרגיל ושיעור גידול נמוך.

מהי הרמה הטוקסית בבקר? ניוטון ועמיתיו (2) גילו סימני רעילות כאשר המזון הכיל באופן נמשך ורצוף מ"ג 50 עד 100 חלקים למליון יוד, כלומר 1,000 עד 2,000 מ"ג/פרה/יום עבור צריכה של 20 ק"ג חומר יבש ליום, דהיינו פי 100 עד פי 200 מהמנה התזונתית המומלצת על ידי ה-NRC. כאשר המנה היתה פי 10,000, התוצאה היתה אנוורקסיה (anorexia), עילפון ומוות. יש לציין שצריכת יוד בכמות זו אינה סבירה כלל אפילו באופן מקרי, כי רמות יוד גבוהות גורמות לאי טעימות והפסקת הצריכה. חוקרים אלה לא גילו סימני רעילות בפרות חולבות כאשר המזון הכיל 50 חלקים למליון יוד, או כ"מ 100 מ"ג/פרה/יום, הווה אומר, פי 10 מאשר הרמה התזונתית המומלצת. תוספת היוד במחקרים אלה היתה בצורת יודיד נתרן (NaI), יודיד אשלגן (KI), או אתילן דיאמין דיהידרודיד (א.ד.ד.י. EDDI), שהיא הצורה הפופולרית והנפוצה מאוד בארה"ב ובארצות מפותחות אחרות בעולם.

בשנת 1975 התגלו לראשונה בארה"ב סימני רעילות בפרות מסוג הולשטיין. שנתיים לאחר מכן פורסם דו"ח על ידי הילמן ועמיתיו מהאוניברסיטה של מישגן, איסט לנסינג, בענין זה. התברר שהפרות שנפגעו צרכו בין 90 ל-235 מ"ג לפרה ליום, לתקופה מששה חודשים עד שנתיים. כמויות אלו גבוהות פי 9 עד 23 מהרמה התזונתית המומלצת על ידי ה-NRC.

כאן יש להדגיש שכבר מספר שנים משתמשים במקרים מסויימים בIOD ברמות גבוהות מהרמה התזונתית, כאשר הוא מופיע בצורת א.ד.ד.י. הרמות האלה הן:

1. **רמה מניעתית:** 50 מ"ג/פרה/יום, במטרה למנוע את התופעות הבאות בבקר או בצאן: פנריציום (foot rot) בבקר ובכבשים,

אקטינומיקוזיס בבקר ובכבשים, בעיות עקרות והתעברות בבקר, וקשיים במערכת הנשימה העליונה בעופות ובמקנה.

2. **רמה לריפוי:** 400 עד 500 מ"ג א.ד.ד.י. לפרה ליום, לתקופה של שבועיים עד שלושה שבועות. הרמה לריפוי מוגבלת לפרות שאינן חולבות. א.ד.ד.י. מכיל 80.4% יוד, לפיכך הרמה המניעתית היא 40 מ"ג יוד לפרה ליום, והרמה לריפוי 320 עד 400 מ"ג יוד לפרה ליום.

לפי הממצאים של הילמן ועמיתיו שהוזכרו לעיל, מקרי הרעילות שהתגלו בארה"ב ארעו בפרות שצרכו במשך תקופה ארוכה – לפחות ששה חודשים – כמות יוד פי 2 עד 6 מהרמה המניעתית, ואילו המחקרים של ניוטון ועמיתיו הצביעו על כך שפרות חולבות שצרכו כפליים מהרמה המניעתית לא הראו סימני הרעלה. בארץ משתמשים משקים רבים ברמה מניעתית זה מספר שנים, ומצב הפרות שם מצויין. ניתן לומר בביטחון שאין כל חשש מבחינה של רעילות הבקר להאביס פרות ברמה המניעתית. כאמור, הרמה לריפוי מוגבלת לתקופה של שבועיים עד שלושה, ותוך תקופה זו אין שום חשש מרעילות.

רמת היוד בחלב

הנושא הועלה בארה"ב, מאחר וצריכת החלב ומוצריו שם גדולה ביותר. מסקרים שנעשו שם התברר שצריכה זו תורמת מ"מ 38 עד 50% מסך הכל היוד הנצרך על ידי בני אדם מבוגרים, שעה שלגבי פעוטות ותינוקות התרומה היא מ"מ 56 עד 85%. מחקרים בנושא העלו שתכולת היוד בחלב עלתה בארה"ב באופן ניכר ב"מ 20 השנים האחרונות, חה כתוצאה מהשימוש ההולך ונפוץ בתוספות יוד למזון הבקר, ובתמיסות חיטוי עטינים, פטמות, ומערכות חליבה המבוססות על יוד.

סקרים הראו כי תכולת היוד בחלב משתנה באופן ניכר, מ"מ 10 מיקרוגרם לליטר עד 4,000 מיקרוגרם לליטר. מחקר שנערך באוניברסיטה של קנטקי, ארה"ב (3), העלה את המספרים הבאים: מתוך 114 משקים, 13% היו בקבוצה של 40–199 מיקרוגרם לליטר חלב; 35% של

הברית. כמו כן, צריכת החלב קטנה יותר, הן לילדים והן למבוגרים. בנוסף, קיימים אצלנו גורמים גויטרוגנים רבים. לפיכך, נראה זה כבלתי הגיוני להגביל בתנאי ארצנו את השימוש ברמה המניעתית רק לפרות שאינן חולבות.

ראוי לציין שהמינהל למזון ותרופות (FDA) בארה"ב אינו מגביל את השימוש במנה המניעתית, חוץ גם לאחר הצעד שנקטו יצרני הירוד בצורה וולונטרית. גם בהצעות החדשות של ה-FDA שפורסמו ב-Federal Register ב-9.1.1981 (עמוד 2477) אין שום הגבלות לגבי הרמה של 50 מ"ג א.ד.ד.י. לפרה ליום למניעת פניציום ואקטינומיקוויס ומותר לתת מנה כזו גם לפרות חולבות.

אשר להשפעת הירוד על ייצור מוצרי חלב: בחלב הירוד מופיע בצורת יחיד, כאמור, אשר אין לו תכונות אנטיבקטריאליות. לפיכך, אין הירוד בחלב מסוגל להפריע לתהליכי הייצור של מוצרי החלב, או לתת תגובה חיובית בבדיקה ל"חומרים מעכבים", אותה מבצעים במחלבות. אכן, בספרות המקצועית לא ידוע על אף מקרה בו הירוד בחלב גרם להפרעות בייצור מוצרי חלב. הוא הדין בנסיון בארץ, באותם המשקים בהם משתמשים תקופה די ארוכה במנה המניעתית של ירוד, דרך קבע.

לסיכום

1. הירוד חיוני בהזנת בקר ויש לתתו במזון דרך קבע. הרמה המומלצת: 10 מ"ג לפרה ליום (12.5 מ"ג א.ד.ד.י.) בהעדר גורמים גויטרוגנים, והרבה יותר כאשר הם מצויים (ניתן להניח הנחה זו כמעט לכל אזורי הארץ).
2. במקומות בהם יש חשש לפניציום או אקטינומיקוויס, מומלץ לתת 50 מ"ג א.ד.ד.י. לפרה ליום, באופן נמשך, כמנה מניעתית. אפשר לתת מנה זו לפרות חולבות ושאינן חולבות.
3. לריפוי פניציום ו/או אקטינומיקוויס, המנה המומלצת היא 400 עד 500 מ"ג א.ד.ד.י. לפרה ליום, למשך שבועיים עד שלושה שבועות. כאן ישנה הגבלה: מנה זו יש לתת רק לפרות שאינן חולבות.

ספרות — 15

200–399, 17.5% של 400–599; 9.6% של 600–799, 24.5% בקבוצה שכללה משקים בהם תכולת החלב השתנתה בין 800 ל-4,000 מיקרוגרם יוד בליטר. במרבית המשקים, איפוא, הרמה היתה פחות מ-500 מיקרוגרם לליטר. הועדה למזון ותזונה של ה-NRC בארה"ב קבעה בשנת 1970 שכמויות בין 100 ל-300 מיקרוגרם ליום רצויות במזונו של האדם, וכי כמות של 1,000 מיקרוגרם ליום נחשבת "בטוחה" (safe). החוקר וולף (4) ממליץ על 2,000 מיקרוגרם בתור גבול עליון. יצויין כי במקומות מסויימים ביפן צורכים האנשים כמויות גדולות של צמחי ים, והמזון שם מכיל 50,000 עד 80,000 מיקרוגרם יוד לאדם ליום! בפירסום של ה-NRC משנת 1978 (5) מצויין שכמות של כ-10% מהירוד הנצרך על ידי פרות חולבות מופרשת לחלב, וכי שיעור זה עלול לגדול עם העליה בכמות החלב. בספרו של צ'רצ' (6) מסופר על מחקר עם ירוד רדיואקטיבי שהראה שכמות הירוד שהופרשה לחלב היתה כדלקמן: 8%, בממוצע, אצל פרות, 22% אצל עזים, ו-39% אצל כבשים.

אם נעשה חישוב לגבי רמה מניעתית של ירוד, דהיינו 50 מ"ג א.ד.ד.י. לפרה ליום, או 40 מ"ג יוד ליום, ונניח ש-10% מכמות זו יופיעו בחלב, ושפרה חולבת מספקת 25 ליטר חלב ביום, נקבל שרמת הירוד בחלב תהיה 160 מיקרוגרם לליטר, בממוצע. אם נניח יחס של 20% בין צריכת ירוד לריכוזו בחלב, יהיה הריכוז 320 מיקרוגרם בליטר חלב, בממוצע.

כמות זו קטנה בהרבה מרמת הירוד ה"גבוהה" הנחשבת לבטוחה. בכל זאת, החברות המיצרות ירוד לבעלי חיים בארה"ב החליטו באופן וולונטרי להגביל את השימוש בתכשירי הירוד כדלקמן:

1. רמה טיפולית – לא לפרות חולבות;
2. רמה מניעתית – לא לפרות חולבות;
3. רמה תזונתית – לפרות חולבות ושאינן חולבות.

בארץ התנאים, כמובן, שונים מאשר בארה"ב. כאן, ובעיקר בגליל ובעמק הירדן, כמות הירוד במים ובמזונות בני האדם קטנה מזו שבארצות

גישות חדישות למינון החלבון

בנימין לב, המחלקות לבקר, ש.ה.מ.

והפיכתו מחדש לחלבון וניצולו כאילו היה חלבון שמקורו במזון.

מסיבות אלו יש שיטות שונות למינון החלבון כאשר לכל אחת יתרונות וחסרונות משלה, כגון: חלבון כללי, חלבון נקי, חלבון נעכל, חלבון זמין וחלבון מטבולי – ערך ביולוגי של חלבון, חלבון מסיס, מתפרק, לעומת חלבון לא מסיס, לא מתפרק או עוקף את הכרס ועוד. בשל כך גם משתנה מדי פעם השיטה של מינון החלבון והערכתו במזונות. בישראל הוחלט לפני מספר שנים לאמץ כשיטה להערכת הערך המזין של החלבון במזונות ולמינונם את השיטה של מועצת המחקר של ארה"ב (NRC) משנת 1978 שהיא חלבון כללי (כמות החנקן לפי בדיקת קילדל מוכפלת ב־6.25). לעומת זאת, אימצה המועצה למחקר חקלאי בבריטניה (ARC) למינון החלבון ולהערכת תכולתו את השיטה של חלבון המתפרק בכרס (RDP) וחלבון שאינו מתפרק בכרס (RUP). בהמשך הדברים מתואר נסיון להסביר עקרונות השיטה הזאת, יתרונותיה וחסרונותיה. על אף ששיטה זאת לא אומצה בארץ ויש עליה ועל אפשרויות יישומה חילוקי דעות וביקורת לא מעטה, הרי יתכן שבמקרים מסויימים בחינת מנה על בסיס עקרונותיה עשויה לעזור לנו בקידום ובפתרון בעיות הזנה ספציפיות.

חילוף החומרים של החלבון בכרס

החלבון האמיתי ותרכובות החנקן שאינן חלבון מגיעים עם המזון לכרס בה אוכלוסיה עצומה של מיקרופלורה – חיידקים וחדתאים. אוכלוסיה זאת מוערכת בכמה מיליון עד 10 מיליארד חיידקים וחדתאים בסמ"ק אחד של מיץ כרס. גודלה והרכבה של אוכלוסיה זאת משתנה בהתאם לטיב האוכל ומצבו של בעל החיים. החיידקים והחדתאים מפרקים חלק ניכר מהמזון (עד 75%) ומשתמשים בו לצרכי קיומם

כידוע חיוני החלבון במנת המזון של בעלי החיים והוא אחד הגורמים העיקריים הנלקחים בחשבון במינון המזון והרכבת המנות. חוסר חלבון במנה פוגע בייצור וביעילות ניצול המנה. מאידך, ברוב המקרים המזונות שתכולת החלבון בהם גבוהה (שחת קיטניות, כוספות למיניהן ועוד) יקרים ממזונות שתכולת החלבון בהם נמוכה ולכן הוספת חלבון מעבר לדרוש גורמת לייקור המנה ללא צורך. יש גם מחקרים המצביעים על כך שעודף חלבון איננו מוסיף לבהמה. הוא אמנם איננו מרעיל, אבל יתכן והוא פוגע בתאבון, גורם למעמסה פיזיולוגית על הגוף, שצריך להיפטר מעודפי החלבון אחרי פרקו בכבד והפרשתו דרך הכליות והשתן. לכן יתכן שהוא פוגע בפוריות ובפעילות אחרת. מכל הסיבות האלו חשוב לדייק במינון החלבון. מינון החלבון למעלי גרה בעיתי בגלל תהליכי העיכול המיוחדים אצל בעלי חיים אלה שהם הפרוק והסינתזה של החלבונים על ידי המיקרופלורה בכרס, אפשרויות ניצול תרכובות חנקן שאינן חלבון שמקורם במזון והפיכתן לחלבון על ידי המיקרופלורה בכרס ו"מחזור" של אוראה שמקורה בחלבון שפורק בכבד המגיע לכרס דרך הרוק ואפילו על ידי ספיגה ממערכת הדם,

14 → ספרות:

1. Great Britain Agricultural Research Council, "The Nutrient Requirements of Farm Livestock", No 2, Ruminants, London, 1965
2. Newton, C.L., et al, J.An.Sci., 38:449 (1974)
3. Hemken, R.J., "Factors that Influence the Iodine Content of Milk and Meat: A Review", J. of An. Sci., Vol 44, No 4 (1979)
4. Wolf, J.Am J.Med., 47:101 (1969)
5. "Nutrient Requirement of Dairy Cattle", 5th Revised Edition, 1978, p 13
6. "Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants", by D.C.Church, O & B Books Inc., Oregon, USA, Vol 1979 p 122

